

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-003115

(43)Date of publication of application : 11.01.1994

(51)Int.Cl.

G01B 11/02
H01L 21/027

(21)Application number : 04-160615

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 19.06.1992

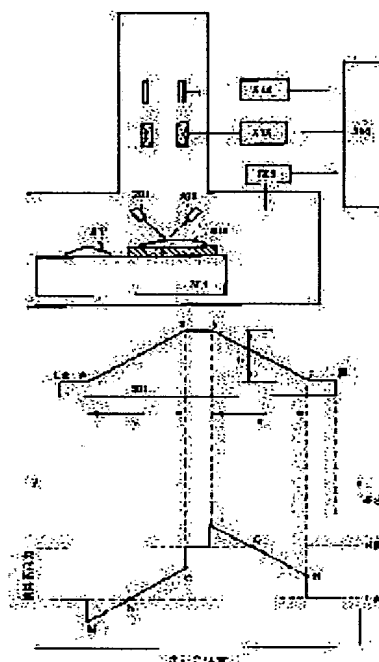
(72)Inventor : MATSUOKA GENYA
IWASAKI TERUO
ANDO HIROZUMI

(54) MEASURING EQUIPMENT OF HEIGHT OF SAMPLE

(57)Abstract:

PURPOSE: To enable execution of highly precise measurement by conducting calibration by using two sets of reference and slanting surfaces, surfaces being different in height in measuring equipment of the height in which a light is applied to a sample and the height of the sample is determined from the position of a reflected light from the sample.

CONSTITUTION: Measurement of the height of a sample surface is conducted by applying a light from a laser diode 201 onto a sample 303 and by detecting the light reflected on the sample surface by a position detector 202. Computation for determining the height of the sample on the basis of the position of the light on the position detector 202 on the occasion when the height of the sample changes is executed by a height detector control circuit 502. Calibration of measuring equipment of the height is conducted by preparing two surfaces, a surface L and a surface H, being different in height and a structure 501 obtained by connecting these surfaces by slanting surfaces, and by measuring continuously the height of a standard stepped part of this structure while moving a sample stage. In the result thus obtained, the direction of the reflected light changes at points (w), (x), (y) and (z) at which the position of application of the laser light for measurement moves from the plane of the standard stepped part to the slanting surface thereof, and therefore an output of the detector becomes discontinuous at the time point of this change. In the control circuit 502, outputs of the detector between M and O and between P and R are approximated by a cubic curve and the relation between the output of the detector and the height of the sample is determined.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-3115

(43)公開日 平成6年(1994)1月11日

(51)Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 B 11/02

Z 8708-2 F

H 0 1 L 21/027

8831-4 M

H 0 1 L 21/30

3 4 1 U

審査請求 未請求 請求項の数3

(全4頁)

(21)出願番号 特願平4-160615
(22)出願日 平成4年(1992)6月19日

(71)出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(72)発明者 松岡 玄也
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株
式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者 岩崎 照雄
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株
式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者 安藤 宏純
茨城県勝田市市毛882番地 株式会社日立
製作所計測器事業部内
(74)代理人 弁理士 小川 勝男

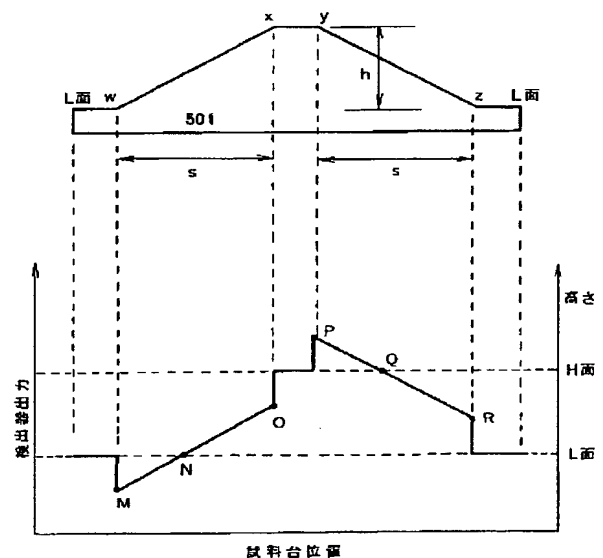
(54)【発明の名称】 試料高さ計測装置

(57)【要約】

【構成】校正においては斜面を持つ標準段差501、あるいは、3面以上の基準面を用意し、標準段差501を用いて位置検出器出力と試料高さとの関係を求め、これを複数の一次式、あるいは二次以上の多項式で近似する。

【効果】高さ計測装置の非直線性を考慮した校正方法であるので、高精度な高さ計測が可能となる。

図 6



【特許請求の範囲】

【請求項1】光を試料に照射し、その反射光の位置から前記試料の高さを求める高さ計測装置において、高さの異なる2組の基準面と斜面を用いて校正することを特徴とする試料高さ計測装置。

【請求項2】請求項1において、3面以上の異なった高さの基準面を用いて校正する試料高さ計測装置。

【請求項3】請求項1または2に記載した前記試料高さ計測装置を有する電子線描画装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、試料の高さ変化を計測する高さ計測装置、及び、高さ計測装置を有する電子線描画装置に関する。

【0002】

【従来の技術】電子線描画装置では、試料の高さ変化、即ち、電子線偏向器から試料表面までの距離の変化が描画精度に大きく影響する。図1は、電子線描画における試料高さ変化と、描画精度との関係の説明図である。同図を用いて試料103上に長さs1のパターンを描画するために、電子線101を偏向器102によって、2θの角度だけ偏向した場合を例として示す。描画時に試料が高さΔhだけ下がった103'の位置にずれたとすると、描画されるパターンの長さはs2となり、その結果、描画誤差は2*Δxとなる。高さのずれΔhと描画誤差との関係は、電子線が偏向される点から試料までの距離をdとすると、

【0003】

【数1】 $\Delta x = \Delta h * \tan \theta$
 $= \Delta h * s1 / (2 * d)$
 となる。

【0004】この様な、試料の位置変化に起因する描画誤差を防ぐために、電子線描画装置では試料の高さを計測し、その結果を電子線を偏向する制御回路の出力に反映させている。通常用いられている高さ計測装置は、図2に示すような構造になっている。即ち、試料103にたいして斜め方向からレーザダイオード等の発光素子からの光を入射させ、その反射光を位置検出器202に入射させる。位置検出器202からは、反射面の位置に依存した信号が得られるので、信号を演算回路で処理して試料の高さを求めている。

【0005】この高さ計測装置では位置検出器202の信号強度、及び、同信号を処理する処理回路に含まれる増幅器、割算器等の諸特性を一定にするために、定期的に校正する必要があった。

【0006】図3を用いて従来の校正方法を説明する。同図は、電子線描画装置の試料台の概略構成を示したもので、試料台301上に試料303を搭載した試料カセット302がある。更に、試料台の一部に基準となる標準段差304を用意する。標準段差は、高さの異なる2

面(L面、H面)を持ち、その内のL面は基準となる高さ、即ち、高さが0μmの位置を示している。高さ計測装置の校正は、標準段差のL面とH面の高さを高さ計測装置で計測し、その結果、図4に一点鎖線で示した検出器出力と試料高さの関係を得ることである。

【0007】試料303の高さを計測する際には、試料303を計測した際の検出器出力を、図4に示した関係を内挿、あるいは、外挿することによって、試料高さを求めている。例えば、試料高さを計測した結果、出力aを得た場合には試料高さをk1μmとみなして電子線偏向器の出力を制御していた。

【0008】このような高さ計測装置の例は、特公平2-6216号公報に開示されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、近年の半導体デバイスの微細化により、電子線描画装置に要求される描画精度は、ますます高くなってきた。その結果、図1のΔxで示される描画位置の誤差量の許容値も0.1μm以下となり、その結果、高さ計測に対する精度の要求も厳しくなってきた。このため、従来の高さ計測装置の校正方法では、十分な精度が得られない場合がでてきた。即ち、試料の高さ変化と検出器出力の関係は厳密には直線的ではなく、例えば、図4の実線で示すような特性を有している。従って、検出器出力がaの場合には、実際の試料高さはk2であり、これに応じた偏向器出力の制御をしなければならない。特に、反射光が位置検出器202の中心から離れた個所を照射した場合には、k1、k2の誤差は0.5μm以上にもなるため、高精度な描画を実現するには、従来は無視されてきたk1、k2の誤差も無視できなくなってきた。この計測誤差の原因は、発光素子201から位置検出器202までの光学系の特性や、位置検出器202自身の性能に因っている。このように、従来から用いられてきた2種の基準面を用いる校正方法では、満足できる描画結果を得ることが困難となってきた。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記問題を解決するために、本発明の校正では斜面を有する標準段差、あるいは、3面以上の基準面を用意し、標準段差を用いて位置検出器出力と試料高さとの関係を求め、これを複数の一次式、あるいは二次以上の多項式で近似する。

【0011】

【作用】位置検出器出力と試料高さとの関係を、単なる一次式ではなく、高次の多項式で近似するので高精度な計測が可能である。

【0012】

【実施例】図5は、本発明に基づく高さ計測装置を電子線描画装置に適用した例である。以下、同図を用いて本発明を説明する。試料面の高さ計測は、レーザダイオード201からの光を、試料303上に照射し、試料表面

で反射された光を位置検出器 202 で検出することによって行なった。試料の高さが変化した際の位置検出器 202 上の光の位置から試料高さを求める演算は、高さ検出器制御回路 502 で行なうようにした。

【0013】高さ計測装置の校正は以下の様に行なった。まず、高さ校正用の標準段差として構造の詳細を図 6 に示す。高さの異なる L 面、H 面の 2 面と、その間を斜面で結んだ構造 501 を用意した。この構造の標準段差の高さを、試料台を移動させつつ連続的に計測した結果を下半部に示す。得られた結果では、計測用レーザ 10

光の照射位置が標準段差の平面から斜面に移動する点 w, x, y, z で反射光の向きが変化するため、検出器の出力はその時点で不連続になっている。一方、 w, x 間は、一定の勾配を持った斜面であるが、計測装置の非直線性から、高さに対して検出器出力は比例していない。これは、逆の勾配 y, z 間でも同様である。標準段差 501 の斜面部分の高さは、その勾配と試料台の位置とから求めることが出来る。本実施例では、 $h = 200 \mu\text{m}$ 、 $s = 30\text{mm}$ の構造の標準段差を使用した。従来の標準段差では、L 面、H 面の範囲である NO 間、QR 間が校正 20

されるだけであるが、図 6 に示す構造の標準段差を用いると、より広い範囲、即ち、MN、及び、PO 間も校正することが可能である。制御回路 502 では、MO 間、PR 間を検出器出力を三次曲線で近似し、図 4 に示したような検出器出力と試料高さとの関係を求めた。

【0014】描画における高さ補正は、以下のように行なった。すなわち、描画対象であるシリコンウエハ 303 の表面を計測したところ、図 4 に示した出力 a を位置検出器から得たので、これを同図に示した関係から正しい試料高さ $k2$ を求めた。計測結果を用いて制御計 30

算機 503 で電子線の偏向量、レンズ電流値等の値の補

正量を計算し、その結果を偏向制御回路 504、レンズ制御回路 505 に送って、最適条件での描画が行なえるように調整し、その後、描画を実施した。

【0015】本発明の他の実施例として、5 種類の異なった高さを有する標準段差 701 を用いた例を図 7 に示す。校正処理は、同図 (a) に示した標準段差 701 における各面での高さ検出器出力を求め、同図 (b) に示すように $a \sim e$ の各段差に対応した 5 種類の出力を得た。その後、高さ検出器制御回路 502 で各計測点間を一次式で近似した。その後、先の実施例と同様に試料高さを基に偏向量、及び、レンズ電流の補正を行ない描画を実行した。

【0016】

【発明の効果】本発明によれば、高さ計測装置の非直線性を考慮した校正方法であるので、従来装置にない高精度な高さ計測が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】試料高さと描画誤差との関係の説明図。

【図 2】試料高さ計測装置の原理の説明図。

【図 3】従来の試料高さ計測装置の校正方法の説明図。

【図 4】従来、及び、本発明の試料高さ計測装置の校正方法の説明図。

【図 5】本発明の試料高さ計測装置の一実施例の説明図。

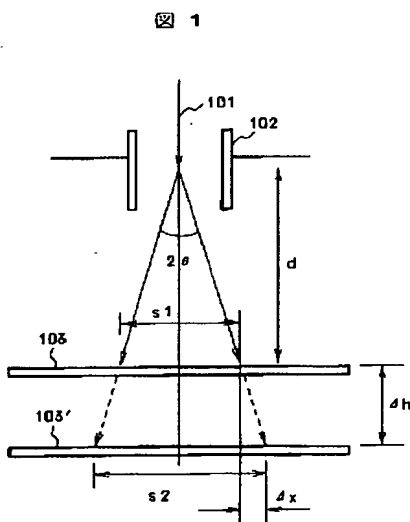
【図 6】本発明の試料高さ計測装置の他の実施例の説明図。

【図 7】本発明の他の実施例の説明図。

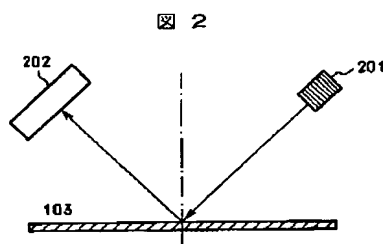
【符号の説明】

501…標準段差、502…高さ計測装置制御回路、503…制御用計算機、504…偏向制御回路、505…レンズ制御回路。

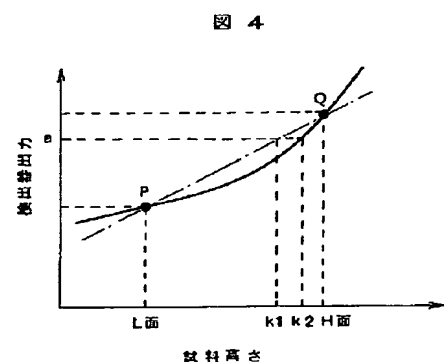
【図 1】



【図 2】

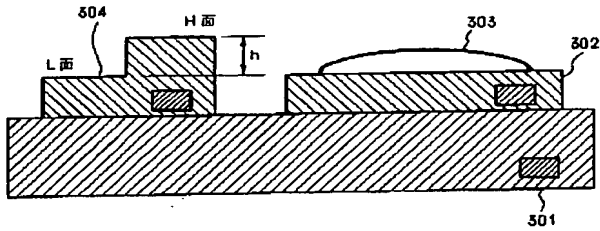


【図 4】



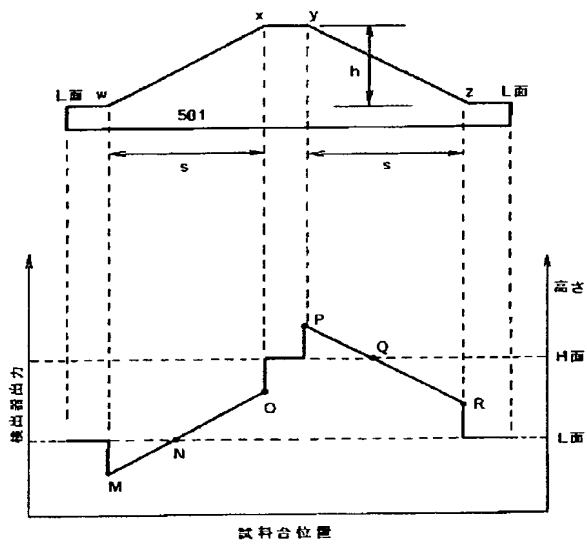
【図3】

図 3



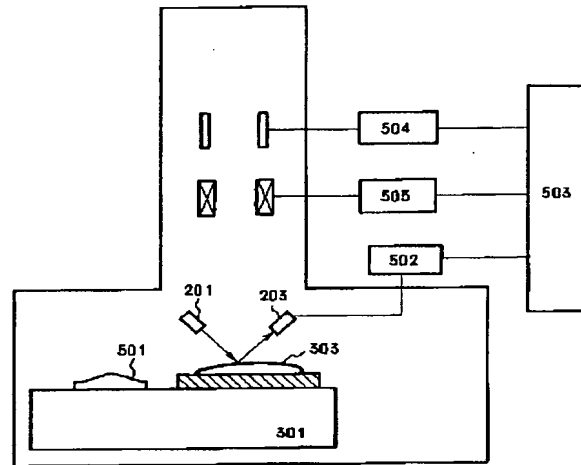
【図6】

図 6



【図5】

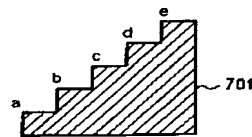
図 5



【図7】

図 7

(a)



(b)

